

*José Antonio Luque Marín*

---

## *Capítulo 10*

### *Análisis de la señal de indicadores de la actividad solar: el $^{14}\text{C}$ atmosférico*

*Contenido:*

*29. Ciclicidades en el contenido en C-14 atmosférico*

*El Lago de Sanabria: un sensor de las oscilaciones climáticas del Atlántico Norte durante los últimos 6.000 años*

## Subcapítulo 29. CICLICIDADES EN EL CONTENIDO EN C-14 ATMOSFÉRICO.

Numerosos estudios han destacado la importancia de la influencia de la actividad solar sobre el sistema climático de la Tierra (Stuiver, 1980; Stuiver & Braziunas, 1989; Friis-Christensen & Lassen, 1991; Stuiver et al., 1995; Bard et al., 1997; Finkel & Nishiizumi, 1997; Ram et al., 1997; Yiou et al., 1997; Lean & Rind, 1998; Muscheller et al., 2000; Sharma, 2000; Haigh, 2001; Shindell et al., 2001). La evidencia proviene a partir de una estrecha correlación entre cambios inferidos en la tasa de producción de los nucleidos cosmogénicos  $^{14}\text{C}$  y  $^{10}\text{Be}$ , y cambios detectados en parámetros paleoclimáticos (p. ej. en trazadores petrológicos de registros sedimentarios marinos (Bond et al., 2001)).

En el presente Capítulo se analiza la señal del C-14 atmosférico para establecer un marco comparativo con la señal paleoclimática del Lago de Sanabria. La señal del C-14 atmosférico ha sido caracterizada mediante el estudio del periodograma/densidad espectral, y el análisis Wavelet. Los programas estadísticos y matemáticos utilizados han sido: STATISTICA (periodograma y densidad espectral), y MATLAB (análisis Wavelet).

Los datos del contenido en C-14 atmosférico abarcan los últimos 2.000 años. La serie estudiada ha sido extraída de la base de datos de NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), y presenta una resolución de 1 valor cada 10 años (número total de muestras: 196).

### 29.1. Periodograma. Periodicidad de los diferentes ciclos.

Las diferentes periodicidades detectadas en el contenido en C-14 atmosférico se muestran en la **Fig. 29.1**. Las periodicidades han sido: a) periodicidad de 327 años, b) periodicidad de 196 años, c) periodicidad de 131 años, d) periodicidad de 82 años, e) periodicidad de 70 años, f) periodicidad de 58 años, y g) periodicidad de 43-47 años. La densidad espectral por periodos se muestra en la **Fig. 29.2, 29.3 y 29.4**.

Periodo (años)	Valor del periodograma	Densidad espectral
327	1137.8	569.7
196	453.9	358.9
131	502.0	290.5
82	100.8	71.9
70	90.3	61.7
58	26.2	20.8
47	33.0	26.6
43	32.4	21.7

Fig. 29.1. Resultados del periodograma. Caracterización de las diversas periodicidades identificadas en el contenido en C-14 atmosférico.

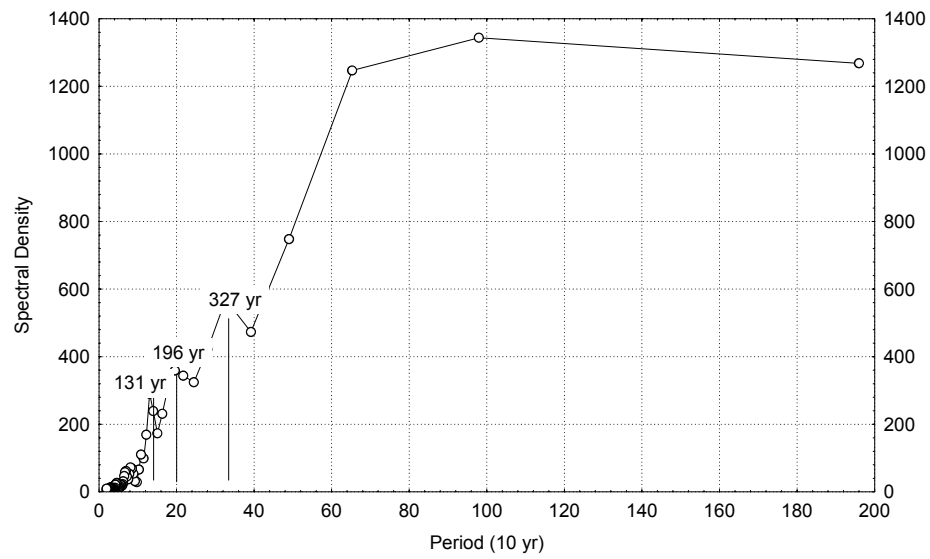


Fig. 29.2. Densidad espectral del C-14 atmosférico. No. de casos: 196. Hamming weights: .0357 .2411 .4464 .2411 .0357

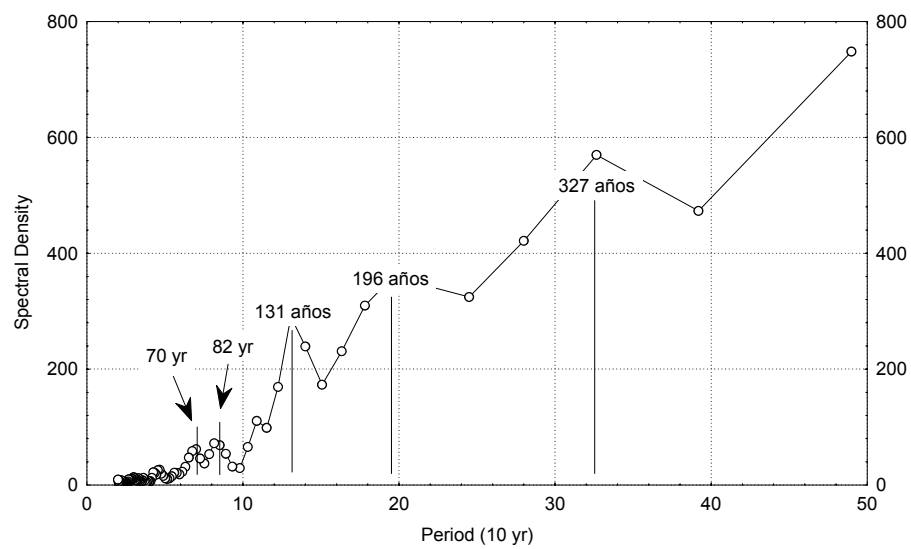


Fig. 29.3. Densidad espectral del C-14 atmosférico. Detalle de las periodicidades. No. de casos: 196. Hamming weights: .0357 .2411 .4464 .2411 .0357

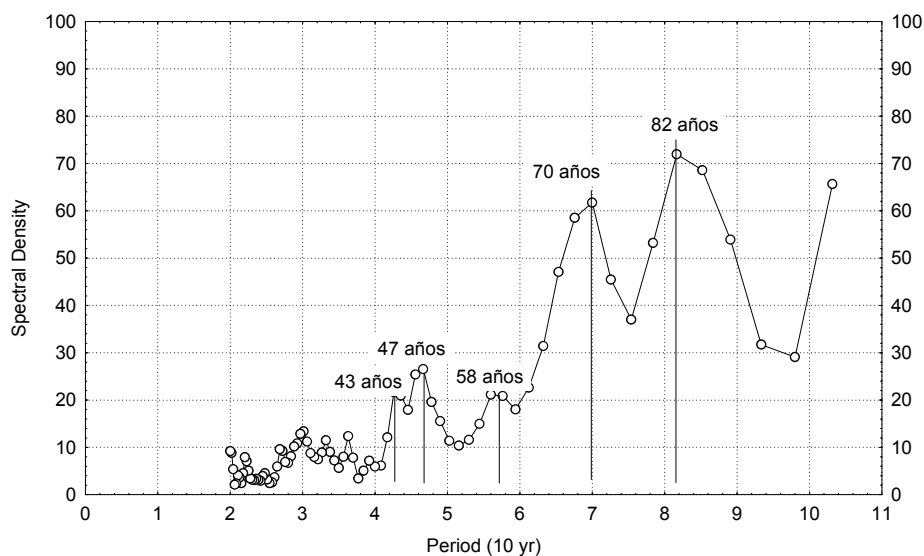


Fig. 29.4. Densidad espectral del C-14 atmosférico. Detalle de las periodicidades más bajas. No. de casos: 196. Hamming weights: .0357 .2411 .4464 .2411 .0357

## 29.2. Análisis Wavelet.

Los resultados obtenidos por el análisis Wavelet se muestran en la **Fig. 29.5** (Wavelet mostrado: Haar). Cada uno de los ciclos identificados se encuentran evidenciados en los siguientes niveles de descomposición de la señal:

- En el Detalle 5 (d5) se evidencia un ciclo de 300 años. En la serie del C-14 atmosférico, entre 0 AD y 1200 AD, existen un total de 4 ciclos regulares, denominados de 1 hasta 4.
- En el Detalle 4 (d4) se evidencia un ciclo de 222 años. En la serie del C-14 atmosférico existen un total de 9 ciclos, denominados de 1 hasta 9.
- En el Detalle 3 (d3) se evidencia un ciclo de 118 años. En la serie del C-14 atmosférico existen un total 17 ciclos, denominados según las letras del alfabeto.
- En el Detalle 2 (d2) se evidencia un ciclo de 59 años. En la serie del C-14 atmosférico existen un total de 34 ciclos, denominados de 1 hasta 34.

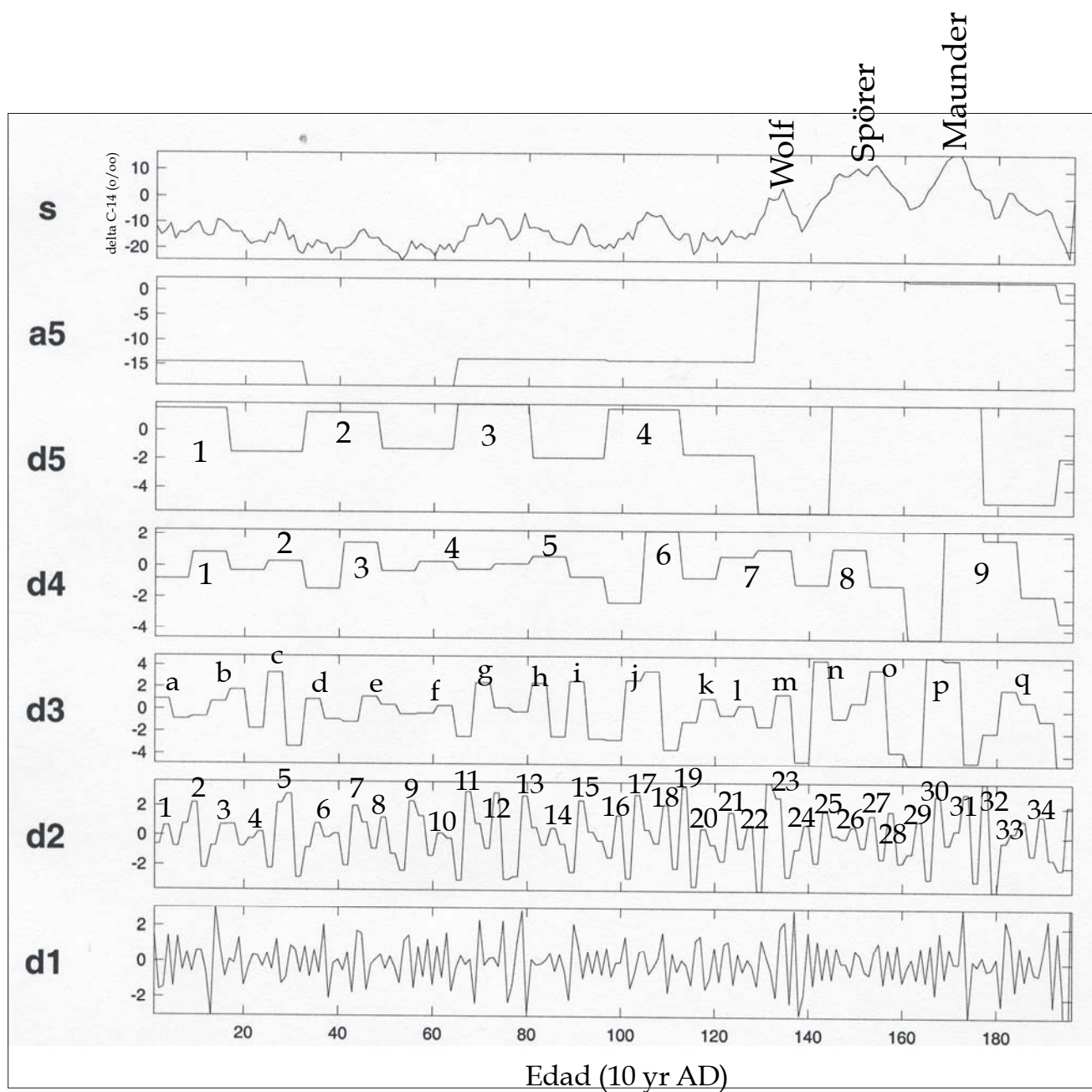


Fig. 29.5. Análisis Wavelet del contenido en C-14 atmosférico: identificación de un ciclo de 300 años (en d5), un ciclo de 222 años (en d4), un ciclo de 118 años (en d3), y un ciclo de 59 años (en d2). Wavelet utilizado: Haar. En la señal original (s) se indican los mínimos solares de Maunder, Spörer y Wolf.

Las características generales obtenidas del análisis Wavelet se resumen a continuación:

	Registro de C-14 atmosférico			
	Ciclo de 300 años	Ciclo de 222 años	Ciclo de 118 años	Ciclo de 59 años
Identificado en	D5	D4	D3	D2
Número de ciclos	4	9	17	34
Intervalo temporal (años)	1200	2000	2000	2000
Periodicidad del ciclo (años)	300	222	118	59

Así, las periodicidades obtenidas del contenido en C-14 atmosférico, según el método analítico utilizado, son:

		Cíclicidades en el C-14 atmosférico (años)					
Método	Periodograma/ Densidad espectral	43-47	58	70-82	131	196	327
	Análisis Wavelet		59		118	222	300